

超精密磨床振动和温度无线监测系统研究*

林 静 郭隐彪 韩 伟

(厦门大学物理与机电工程学院 福建 厦门 361005)

摘 要: 开发了一套基于无线传输理论的精密磨床振动和温度无线监测系统,传感器和红外测温仪采集到的振动和温度信号接入相关的调理电路,经无线传输设备以一定的格式发送至远端的控制 PC 上。在状态监测控制端,基于 Visual Basic 6.0 开发的在线监测软件,显示振动信号幅域、频域处理结果以及温度信号的最高温度值和温度值曲线,以此判断机床是否处于正常工作状态。

关键词: 在线监测 无线传输 精密磨削 信号分析

中图分类号: TP277 **文献标识码:** A

The vibration and temperature wireless monitoring system research for the ultra - precision grinding machine

LIN Jing , GUO Yinbiao , HAN Wei

(Dept. of Electric and Mechanical Engineering , Xiamen University , Xiamen 361005 , CHN)

Abstract: Based on the wireless transmission , this paper developed a set of vibration and temperature monitoring system. The vibration and temperature signal collected by the sensors and infrared radiation thermometer was sent to wireless transmission equipment after processed by the adjustment circuit , then sent to the distant control computer in some format. At the condition monitoring control terminals , the analysis results of the vibration and temperature signal was shown using the monitoring software based on the Visual Basic 6.0. The vibration signal was analyzed from the amplitude domain and frequency domain. The highest temperature and temperature curve was shown. As a result , we can judge whether the machine was in normal working condition.

Keywords: On - line Monitoring; Wireless Transmission; Precision Grinding; Signal Analysis

1 加工过程无线监测概况

为提高机械加工精度,对加工系统的状态进行综合的在线监测是技术发展趋势^[1]。加工过程监测主要是对力、振动、温度和电流等特征量进行监测,从而判断机床的工作状态。其实质目标是了解和掌握加工系统在运行过程中的状态,优化设备运行和加工过程,在出现异常时,可提供分析的依据。从监控流程上,具体的工作可以分为信号采集、无线传输、信号分析 3 个部分。

目前,无人车间的发展理念受到企业的更多关注,因此无线监测在环境监控方面的研究和开发成为一种迫切需要^[2]。同时,近年来伴随网络技术的快速发展,加工过程无线监控系统开发越来越受到研究者的

关注。在监控刀具磨损、切削力测量和磨削温度测量等方面,无线监控领域都有相关的研究尝试^[3]。无线监测相对于传统的有线监测,在方便、快捷和低成本方面具备其独特的优势。无线监测终端是由分布在机床上的传感器等数据采集设备构成,周期性获取振动、温度、电流和声发射等特征信号^[4],采集到的各类数据信息,通过无线网络在监测终端和控制中心之间进行传递。最终控制中心会对这些信号做出相应的处理,由数据处理结果反映机床的当前工作状态,达到实时在线监控的目的。

2 无线监控系统构建

开发的无线监控系统基本结构如图 1 所示,系统主要由红外测温仪、加速度传感器、无线数据传输设备

* 国家自然科学基金项目(No. 51075343) 福建省自然科学基金项目(No. 2010505122)

和下位机 PC 构成。精密磨削机床的振动信号、砂轮温度信号分别由加速度传感器和红外测温仪采集,采集得到的模拟信号,经过调理电路获得转换后的数字信号,通过无线网络传输至控制中心并针对具体信号进行分析和处理。信号分析结果由监测软件显示,基于分析结果判断机床是否处于正常工作状态。

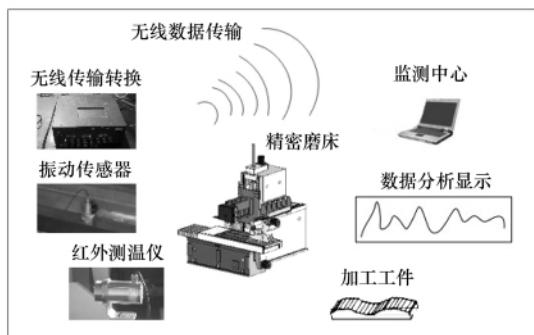


图1 无线监测系统结构

振动信号由压电式加速度传感器采集,针对振动信号在磨床的分布特点,系统采取多通道采集方案,测点位置主要分布在工作台、机床底部和砂轮罩壳上方3处。机床工作台沿导轨的水平移动提供加工过程 X 轴方向运动,振动现象比其他地方要剧烈,是振动监测最关键位置。机床底部的测点设置,采集机床与地面接触处的振动信号,可以反映来自周边振源的影响。砂轮竖直方向的运动提供机床 Y 轴方向移动,磨削加工过程也是振动较明显的位置,所以在砂轮罩壳上方设置一个测点位置。温度信号通过红外测温仪采集,磨削过程砂轮与工件接触区是热量产生的主要区域,温度采集点设置在这一区域能够有效地反映机床工作过程温度变化情况。加速度传感器分布和红外测温仪的测点设置方案如图2所示。



(a) 振动传感器测点分布 (b) 红外测温仪测点分布

图2 传感器和红外测温仪测点分布

采用的压电式加速度传感器是江苏联能电子技术有限公司型号为 CA - YD - 186 的产品,其输出电压范围是 $0 \sim 6\text{ V}$,相比于无线数据传输转换设备的输入电压过小,需要在调理电路中配备电荷放大器。传统

的热电偶测温方法破坏工件整体性,导致热量的传导与实体工件有差异,红外测温仪采用红外成像检测技术对正在运行的设备进行非接触检测,属于无损测量,灵敏度高,响应速度快,适合应用于磨削过程快速转动的砂轮温度监测。

3 实验结果

实验过程分两阶段在精密磨床 MGK7160 上进行的,首先针对机床振动情况进行监测,再分析温度特征信号完成实验。压电式加速度传感器采用江苏联能电子技术有限公司型号为 CA - YD - 186 的产品,红外测温仪是购买德国 Optris 公司生产的 CTlaser LT/1M/2M/CTglass 产品。

经过无线传输获得的振动信号分析结果如图3所示,波形图和幅值谱分别从时域和频域分析振动特征信号。由振动波形可观察到,采集到的振动信号维持在一个较小的振动范围内变化,也没有异常的振幅跳动发生;幅值谱中在 $60 \sim 70\text{ Hz}$ 范围的增大是由于砂轮转动的自身固有频率原因,不代表机床的工作异常。

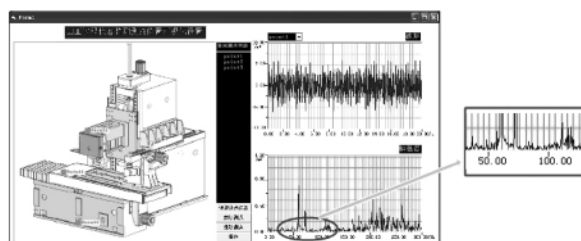


图3 振动信号分析

经过无线传输获得的温度信号分析结果显示如图4所示,温度波形图的光滑、平稳表明磨削过程产生的磨削热没有发生急剧升高的异常情况。当磨削过程出现异常状况,反映到磨削热方面通常会使得砂轮温度急剧升高,所以温度监测结果同样表明机床也处于正常工作状态。

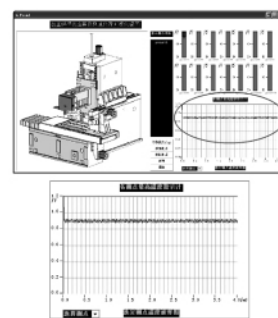


图4 温度信号分析与局部放大图

4 结语

振动信号与加工系统的动态特性密切相关,其中包含着丰富的各类异常状态的信息,在磨削加工过程中,产生的磨削热使磨削区的温度急剧升高,产生的高

某壳体零件加工工艺设计

常 海 张银洲 肖建强 姚春臣
(江南机器(集团)公司 湖南 湘潭 411207)

摘 要: 介绍了采用分体、旋压、焊接合成等工艺手段,解决了某超高强度钢薄壁壳体高要求零件的制造工艺难题。

关键词: 壳体零件 超高强度钢 旋压 焊接

中图分类号: TH162 **文献标识码:** A

A shell parts processing process design

CHANG Hai, ZHANG Yinzhou, XIAO Jianqiang, YAO Chunchen
(Jiangnan Machine (Group) Company, Xiangtan 411207, CHN)

Abstract: Introduce techniques such as splitting, spinning and welding. Solve the manufacturing techniques problem of ultra-high strength thin-walled shell part.

Keywords: Shell Part; Ultra-high Strength Steel; Spinning; Welding

某零件壳体如图 1 所示。该零件是某产品上一个关键性能件,机械性能和材料综合性能要求都相当高,而且壁薄、长径比大(最薄壁厚为 2.2 ± 0.05 mm)、零件还必须承受一定压力,其水检压强 P 为 33 ± 0.2 MPa。所采用的材料为国产 45CrNiMo1VA(相当于美国的 D6AC),属于低合金超高强度钢,热处理要求: $\sigma_b \geq 1470$ MPa $\delta_5 \geq 9\%$ $\delta_{10} \sim 49.5$ HRC。

1 零件分析

1.1 材料分析

该零件采用 45CrNiMo1VA 材料淬火处理,其材料

淬透性高。油中临界淬透直径为 60 mm(96% 的马氏体),钢在淬火后可获得很高的强度,并具有一定的韧性,可加工成型。缺点是硬度高,机械加工困难。

该零件属半封闭圆筒形状,其内腔长度达到 458 mm;由于结构特点,造成选材困难。45CrNiMo1VA 材料是比较美国的 D6AC 自主研发的超高强度材料,目前只用于航空及火箭发动机,生产批量和品种有限,所以生产厂家只能提供棒料。

如果用棒料采用剥皮挖心的传统加工方法,势必消耗大量的原材料(材料的利用率相当低,只有 8% 以下),而且产品强度亦难达到产品的技术要求,并提高

温对砂轮、工件及磨床产生不同程度的不良影响,所以从振动和温度的角度在线监测机床加工状态较易实现。本文构建一套基于无线传输的精密磨床在线监控系统,终端振动传感器和红外测温仪采集的信号调理后无线传输到监测中心,进行相关的数据分析和处理。实验结果证明该无线监测系统可以实时、有效地监控机床的工作状态。

参 考 文 献

- [1] 姜晨,郭隐彪,韩春光,等.精密加工环境分布式无线网络监控技术研究[J].厦门大学学报:自然科学版,2010,49(5):631-635.
- [2] Lin Jing, Guo Yinbiao, Yang Wei, et al. A monitoring and wireless transmission system on the machining tool[J]. Advanced Materials Research, 2011, 189-193:4182-4185.
- [3] Ma Lei, Melkote Shreyes N. On-line monitoring of end milling forces using a thin film based wireless sensor module[C]. Proceedings of the

ASME 2010 International Manufacturing Science and Engineering Conference, October 12-15, 2010, Erie, Pennsylvania, USA.

- [4] 唐旋,郭隐彪,林晓辉,等.精密加工环境监控系统数据库的开发研究[J].机械制造与机床,2011(1).
- [5] 涂文特,李家春,刘春伟.数控机床刀具磨损无线监测系统[J].煤矿机械,2011,32(10).
- [6] 周祖德,陈幼平.现代机械制造系统的监控与故障诊断[M].武汉:华中理工大学出版社,1999.
- [7] 卢文祥,杜润生.机械工程测试·信息·信号分析[M].武汉:华中科技大学出版社,2003.

第一作者:林静,女,1981年生,博士研究生,主要研究方向为精密检测,已发表论文2篇。

(编辑 余捷) (收稿日期:2011-12-28)

文章编号:120642

如果您想发表对本文的看法,请将文章编号填入读者意见调查表中的相应位置。